

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-091760

(43)Date of publication of application : 04.04.1995

(51)Int.Cl.

F25B 11/02  
F16C 32/04

(21)Application number : 05-231271

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 17.09.1993

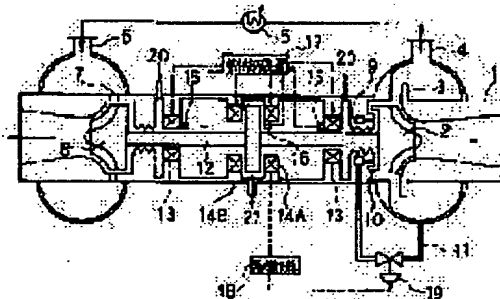
(72)Inventor : UEDA HIRONOBU  
HARADA SUSUMU  
OKAMOTO KAZUO

## (54) MAGNETIC BEARING-TYPE TURBINE COMPRESSOR

## (57)Abstract

PURPOSE: To decrease excess electric energy and calorific value and also to improve reliability of thrust control by arranging an adjusting valve in a connecting pipe of the back surface of a compressor disc to an outlet of a diffuser on the outlet and then controlling this adjusting valve.

CONSTITUTION: A turbine disc 8 for adiabatic expansion high pressure gas is attached on one end of a shaft 12, and a compressor disc 2 for adiabatically compressing gas by power of the turbine disc 8 is attached on the other end. And the shaft 12 is supported by a journal bearing 13 and a thrust bearing to be controlled by electric current of electromagnets 14A, 14B. In this case, thrust force to act on the thrust bearing is always made to act on the turbine side. Moreover, an adjusting valve 19 is arranged in a connecting pipe 11 for connecting the back surface of the compressor disc 2 to the outlet of a diffuser 3 provided on this outlet. Moreover the current values of the electromagnets 14A, 14B for controlling the thrust part are detected, and a control unit 18 is operated by the adjusting valve 19.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
F 2 5 B 11/02	B			
F 1 6 C 32/04	Z			

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平5-231271

(22) 出願日 平成5年(1993)9月17日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 上田 博信

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72) 発明者 原田 進

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72) 発明者 岡本 和夫

山口県下松市大字東豊井794番地 株式会社日立製作所笠戸工場内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

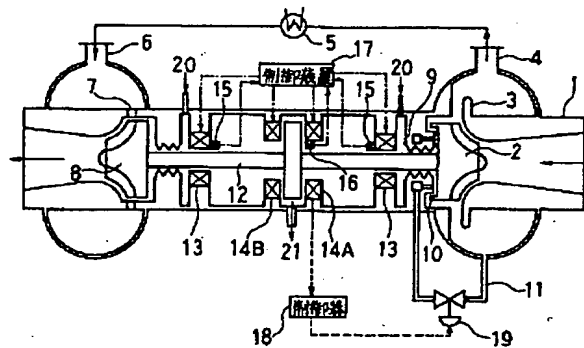
(54) 【発明の名称】 磁気軸受式タービンコンプレッサ

## (57) 【要約】

【目的】本発明は、スラスト部の電磁石へ供給される余分な電力量及び発熱量を低減させ、コスト低減を図る一方、スラスト制御の信頼性が高い磁気軸受式タービンコンプレッサを提供することにある。

【構成】一端に高圧ガスを断熱膨張させるタービン翼車8を取付、他端にタービン翼車8で発生した動力によりガスを断熱圧縮するコンプレッサ翼車2を取付たシャフト12を電磁石の電流で制御するジャーナル13及びスラスト軸受14で支承した磁気軸受式タービンコンプレッサにおいて、前記スラスト軸受14へ作用するスラスト力が常時タービン側へ作用する構造であって、前記コンプレッサ翼車2背面とコンプレッサ翼車2出口に設けられたディフューザ3出口とを連絡した連絡管11に調節弁19を設け、スラスト部を制御する少なくとも1つの電磁石の電流値を検出して、上記調節弁19を作動する制御器18をもつ。

図1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】一端に高圧ガスを断熱膨張させるタービン翼車を取付、他端にタービン翼車で発生した動力によりガスを断熱圧縮するコンプレッサ翼車を取付たシャフトを電磁石の電流で制御するジャーナル及びスラスト軸受で支承した磁気軸受式タービンコンプレッサにおいて、前記スラスト軸受へ作用するスラスト力が常時タービン側へ作用する構造であって、前記コンプレッサ翼車背面とコンプレッサ翼車出口に設けられたディフューザ出口とを連絡した連絡管に調節弁を設け、スラスト部を制御する少なくとも1つの電磁石の電流値を検出して、前記調節弁を作動する制御器を設けたことを特徴とする磁気軸受式タービンコンプレッサ。

【請求項2】請求項1の磁気軸受式タービンコンプレッサにおいて、スラスト方向の隙間を検出する少なくとも1つのセンサ出力より、前記調節弁を作動する制御器を設けたことを特徴とする磁気軸受式タービンコンプレッサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明はシャフトの一端にタービン翼車、他端にコンプレッサ翼車を取り付けたタービンコンプレッサで、前記シャフトを電磁石の電流で制御するジャーナル及びスラスト軸受で支承した磁気軸受式タービンコンプレッサに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】磁気軸受を用いた一般的な従来技術として、例えば日本磁気軸受ベアリング会社の能動型磁気軸受の原理、特徴、応用例に次のように記載されている。対向して配置される1対の電磁石によって作られる磁界はシャフト外周に固定された円筒状軟鉄材を吸引することによりロータを空中に保持し、コイルに流される電流は位置センサからの情報を基に増幅器を介して供給され、ロータはこの電流の大きさにより中立位置に保たれる制御方法が示されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】一般にタービンコンプレッサの回転体に作用するスラスト力はコンプレッサ翼車及びタービン翼車の運転圧力と、この圧力が作用する受圧面積によって決まる。特に、高圧力のプロセスガスを処理するタービンコンプレッサでは起動状態から定格状態までの運転途中において、両者の翼車に作用する圧力が大きく変動し、スラスト軸受に大きな荷重が作用する。そこで、従来技術では、スラスト部に対向して配置される1対の吸引式電磁石（一般的に吸引式が採用）に、スラスト位置を検知する位置センサの情報を基に電流を供給し、スラストを中立に保つ。このため、スラスト変位方向との逆の位置にある吸引式電磁石の電流値を大きくする必要があり、その電流量すなわち電力量が無駄となる。また、スラスト力を制御する際に使用した電

流量により、余分な発熱が発生する。このため、シャフトの熱膨張による翼車部の接触問題または、冷却ガスの制御或いは最大発熱量を考慮した余分なガスを供給する必要も生じる。

【0004】本発明の目的は、スラスト部の電磁石へ供給される余分な電力量及び発熱量を低減させ、コスト低減を図る一方、スラスト制御の信頼性が高い磁気軸受式タービンコンプレッサを提供することにある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的は、スラスト軸受へ作用するスラスト力が常時タービン側へ作用する構造であって、コンプレッサ翼車背面とコンプレッサ翼車出口に設けられたディフューザ出口とを連絡した連絡管に調節弁を設け、この調節弁を制御する制御器を設けたことで達成できる。

【0006】請求項1は、スラスト部を制御する少なくとも1つの電磁石の電流値を検出して、上記調節弁を作動させる制御器を用いることで達成される。

【0007】請求項2は、スラスト方向の隙間を検出する少なくとも1つのセンサ出力より、上記調節弁を作動させる制御器を用いることで達成される。

## 【0008】

【作用】磁気軸受式タービンコンプレッサの回転体に作用するスラスト力がコンプレッサ側からタービン側へ働く構造であるため、スラスト位置はタービン側へ移動しようとする。このため、位置センサがスラスト位置を検知し、その情報を基に移動量に見合った大きさの電流をコンプレッサ側のスラスト部に位置する吸引式電磁石に供給する。

【0009】請求項1では、前記電流値と初期の電流値の差を制御器で計算し、かつその差にあったバルブ開度信号を制御器よりコンプレッサ翼車背面とコンプレッサ翼車出口に設けられたディフューザ出口とを連絡した連絡管に設けられた調節弁に送る。該調節弁の開度が所定の位置になることで、コンプレッサ翼車背面圧力が上昇し、回転体に作用していたタービン方向のスラスト力が減少し、スラスト位置はコンプレッサ側へ移動しようとする。このため、位置センサがスラスト位置を検知し、その情報量に見合った電流値を決定してスラストを中立位置に保つよう働く。この際、コンプレッサ翼車背面にガス圧を付加し、スラスト力を低減しているので、電磁石の初期電流値と、変化後の電流値の差は小さい。この時、調節弁を作動させる制御器の動作条件として、前記電流差が小さい場合、調節弁の状態を保持するような制御回路を組み込めば、スラスト部は中立位置に保たれたままとなる。すなわち、過大なスラスト力はコンプレッサの背面ガス圧で調整し、微少な変位はスラスト磁気軸受で制御させる制御方式にすれば良い。また上記場合はコンプレッサ側のスラスト軸受の電磁石のみ着目したが、その対面に付設されている電磁石を含め、1対の電

磁石の電流差で制御することも可能である。さらに、直接電磁石より電流値を検出せず、スラスト軸受けを制御する制御装置より、前記電流値を検出し、調節弁の制御を行うことも可能である。

【0010】これにより、スラスト部の電磁石へ供給される余分な電力量が低減でき、運転コストの低減が図れるとともに、余分な冷却ガス量の低減が可能となる。また、スラスト制御が磁気軸受部と翼車背面のガス圧で可能となるため、信頼性の高いタービンコンプレッサとなる。

【0011】請求項2では、調節弁の制御を前記位置センサで実施する点に特徴があり、動作及び効果は請求項1と同様である。また、上記と同様、2つの位置センサの差で制御することや、制御装置の出力値で制御することも可能である。

【0012】更に、請求項1の電流制御と、請求項2の位置制御を組み合わせることで、軸受制御の安全性を向上させることも可能である。すなわち、位置センサが故障した場合、請求項1と同様な制御が継続できる一方、電磁石に異常が発生した場合でも、請求項2と同様な制御を継続する事で、回転体とケーシング部の接触を防止することができる。

【0013】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図1により説明する。図1において、プロセスガスはまず、コンプレッサ吸い込み口1を通り、コンプレッサ翼車2で圧縮され、コンプレッサ翼車2の出口に設けられたディフューザ3で速度エネルギーを圧力に効率よく変換される。更にプロセスガスはコンプレッサ出口4からでて熱交換器5で冷却された後タービン入り口6へ導かれ、ノズル7を通り、タービン翼車8で断熱膨張し、低温・低圧のプロセスガスとなって流出する。

【0014】また、コンプレッサ翼車2の背面には内周ラピンス9と外周ラピンス10を設け、このラピンスでせき止められたコンプレッサ翼車2の背面とディフューザ3の出口部を連絡する連絡管11が設けられている。タービン翼車8の断熱膨張時に発生した動力はシャフト12でコンプレッサ翼車2に伝達され、プロセスガスを断熱圧縮する。このシャフト12はジャーナル軸受13とスラスト軸受14によって支承される。磁気軸受は一般に、ジャーナル部の4軸とスラスト部の1軸を合わせた5軸であり、ジャーナル方向の位置センサ15とスラスト方向の位置センサ16の情報を基に、制御装置17で所定の制御電流を決定し、前記5軸の制御を行う。スラスト軸受14の吸引式電磁石14Aに供給される電流値は制御器18に取り込まれ、初期電流値とある時間経過した後の電流値の差が所定の値を越えることで、連絡管11のライン状に設けられた調節弁19を作動するようになっている。なお、前記制御器18は、前記電流値の差が微少な時、調節弁19の状態を保持し、

スラスト力が急増、急減し、所定の電流差を越える場合は上記と同様な制御をする。また、停止時の場合は、まず、調節弁19を閉鎖し、スラスト軸受部でスラスト力を保持し、停止動作にはいるような回路構成がされている。

【0015】磁気軸受で発生する発熱対策としてはタービン側とコンプレッサ側に設置されているシールガス入り口20より発熱量に見合ったガスを導入し、シールガス出口21より排出することで、シャフト12に発生する熱膨張を緩和させる。

【0016】次に上記した構成要素からなるタービンコンプレッサの具体的動作について説明する。

【0017】いま、運転中にタービンコンプレッサの両翼車2、8に作用する圧力バランスより、タービン側の回転体がスラスト力を受けているとすると、スラスト位置はタービン側へ移動しようとする。このため、スラスト方向の位置センサ16がスラスト位置を検知し、その情報を基に制御装置17より、所定の大きさの電流を吸引式電磁石14Aに供給する。この際、前記電流値とスラスト力が付加されない状態での電流値（初期電流値）の差が制御器18で計算され、かつその差に見合ったバルブ開度信号が調節弁19に送られる。前記バルブ開度信号を基に調節弁19が開くことでコンプレッサ翼車2背面圧力が上昇し、回転体に作用していたタービン方向のスラスト力が減少し、スラスト位置はコンプレッサ側へ移動しようとする。同時に、位置センサ16がスラスト位置を検知し、その情報量を基に制御装置17より、吸引式電磁石14Aの供給電流を削減し、スラスト部が中立位置になるよう制御する。この際、初期電流値と、スラスト力のほとんどをコンプレッサ翼車2背面圧力で維持した際の電流値は微少差であるため、制御器18は調節弁19に信号を出すことなく、状態を維持する。また、圧力の変動により発生するスラスト力の微少変動は磁気軸受部で制御し、スラスト力が急増、急減し、所定の電流差を越える場合は上記と同様な制御をする。一方、装置を完全に停止する場合は、まず、調節弁19を閉鎖する信号を与え、コンプレッサ翼車2背面で保持できないスラスト力は磁気軸受部で制御する。そして、調節弁19が全閉した状態で、スラスト軸受14にて全スラスト力を制御する。また、前記除閉信号がONでかつ調節弁19が全閉した状態で、制御器18と調節弁19は断絶され、所定の停止操作が実行される。

【0018】以上述べたように、本発明の実施例によれば、スラスト軸受14へ供給される余分な電力量が低減でき、運転コスト低減が図れるとともに、余分な冷却ガス量の低減が可能となる。また、スラスト制御が磁気軸受部と翼車背面のガス圧で可能となるため、信頼性の高いタービンコンプレッサとなる。

【0019】図2～図4に本発明のその他の実施例のスラスト軸受部を示す。図2～図4の記号、動作及び効果

の説明は図1のものと同様なので省略し、図1との相違点のみを以下述べる。

【0020】図2の実施例は、スラスト力が付加されない状態の吸引式電磁石14A、14Bの電流差を初期値とし、その初期値とスラスト力が付加された状態の14A、14Bの電流差を制御器18で比較して、調節弁19を作動させるものである。

【0021】図3の実施例は、調節弁の制御をスラスト方向の位置センサ16或いは別のセンサ1つにより実施するもので、ギャップの初期値と変位後の変位量の差を制御器18の入力信号とするものである。

【0022】図4の実施例は、図3の実施例とほぼ同様で調節弁19の制御を位置センサで行うもので、本実施例はスラスト部のタービン側とコンプレッサ側に位置する2つのセンサの変位差を、制御器18の入力信号としたものである。

【0023】

【発明の効果】本発明によれば、スラスト軸受へ供給される余分な電力量が低減でき、コスト低減が図れるとともに、余分な冷却ガス量の低減が可能となる。また、スラスト制御が磁気軸受部と翼車背面のガス圧で可能とな\*

るため、信頼性が高い。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示す磁気軸受式タービンコンプレッサ、の説明図である。

【図2】本発明のその他の実施例を示すスラスト軸受部の説明図である。

【図3】本発明のその他の実施例を示すスラスト軸受部の説明図である。

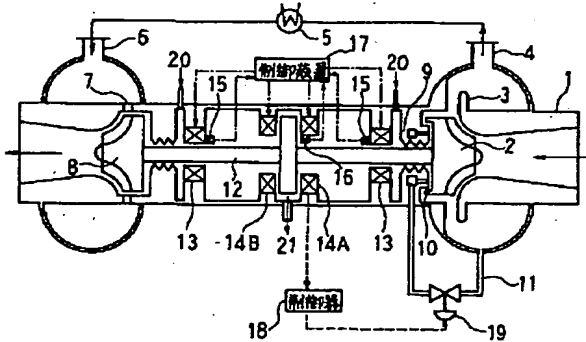
【図4】本発明のその他の実施例を示すスラスト軸受部の説明図である。

【符号の説明】

1…コンプレッサ吸い込み口、2…コンプレッサ翼車、3…ディフューザ、4…コンプレッサ出口、5…熱交換器、6…タービン入り口、7…ノズル、8…タービン翼車、9…内周ラビリンス、10…外周ラビリンス、11…連絡管、12…シャフト、13…ジャーナル軸受、14…スラスト軸受、14A、14B…吸引式電磁石、15…ジャーナル部の位置センサ、16…スラスト部の位置センサ、17…磁気軸受の制御装置、18…制御器、19…調節弁、20…シールガス入り口、21…シールガス出口。

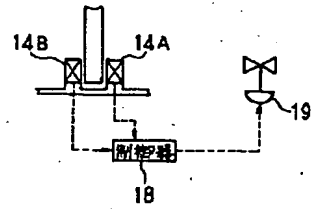
【図1】

図1



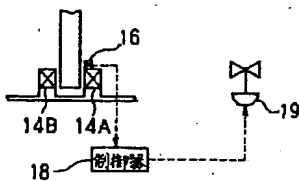
【図2】

図2



【図3】

図3



【図4】

図4

